



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 197 39 409 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>  
**H 01 S 3/103**  
H 01 S 3/25  
H 04 B 10/04

②1 Aktenzeichen: 197 39 409.4  
②2 Anmeldetag: 28. 8. 97  
②3 Offenlegungstag: 11. 3. 99

DE 197 39 409 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Blank, Jürgen, Dipl.-Ing., 14193 Berlin, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

US 52 87 375  
EP 04 37 162 A2  
WO 93 13 576  
JP 03-36 778 A

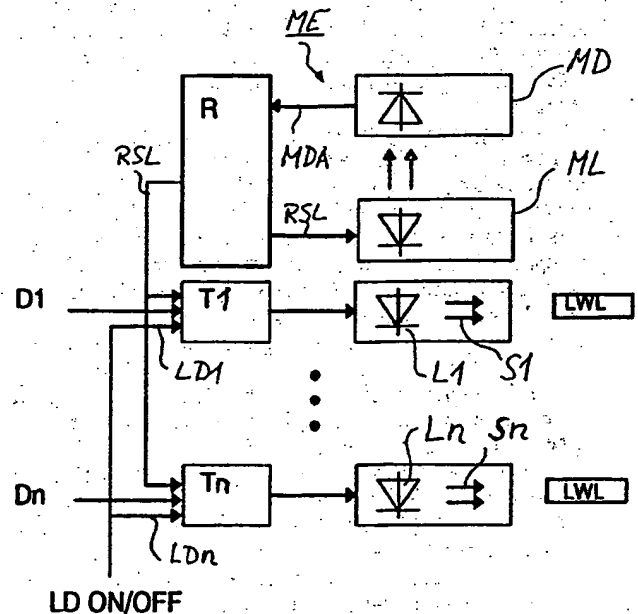
STANGE, H.: Damit Infrarotstrahlung die Augen nicht gefährdet: Sicher Laser-Transceiver für die schnelle Datenkommunikation. In Z: Components, 1996, Bd. 34, H. 4, S. 134-135;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Optische Sendeeinrichtung

⑤7 Die Sendeeinrichtung umfaßt zumindest einen Lasersender (L1), der bei störungsfreiem Betrieb Nutzleistung in Form optischer Signale (S1) abstrahlt. Eine Sicherheitschaltung steuert im Falle einer unvollständigen Verbindung des Lasersenders (L1) mit einem Kopplungspartner den Lasersender (L1) zur Verminderung der Ausgangsleistung in einen Pulsbetrieb (OFC-Betrieb). Um die zur Regelung der Laserausgangsleistung notwendige Regel elektronik (R) einfach und stabil ausführen zu können, ist eine optisch nach außen geschlossene Monitoreinheit (ME) mit einem Monitorempfänger (MD) und einem diesem zugeordneten Monitorlaser (ML) vorgesehen, wobei die Monitoreinheit (ME) im Pulsbetrieb kontinuierlich ein Leistungsvorgabesignal (RSL) bereitstellt. Das Einschalten und Ausschalten der Sendepulse ist von der Einstellung der Ausgangsleistung vollständig entkoppelt.



DE 197 39 409 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der optischen Datenübertragung und betrifft den mit dem Trend zunehmender Sendeleistungen noch bedeutender werdenden Aspekt des Schutzes vor vagabundierender Laserstrahlung. Diese auch mit dem Schlagwort "Lasersicherheit" bezeichnete Problematik spielt bei Lasersendern immer dann eine besondere Rolle, wenn Betriebsfälle oder Störfälle denkbar sind, in denen die von dem oder den (parallelen) Lasersender(n) abgegebene Strahlung von außen zugänglich ist. In dieser Situation besteht nämlich die Gefahr, daß die Laserstrahlung eine Energiedichte erlangt, die zu Beeinträchtigungen oder ungünstigstenfalls zu Schädigungen insbesondere der Augennetzhaut führen kann. Vor diesem Hintergrund haben sich mittlerweile Standards durchgesetzt, wie beispielsweise der internationale Standard IEC 825-1. Nach diesen Standards werden Lasersender in Klassen mit unterschiedlichem Gefährdungspotential eingestuft.

Die Erfindung betrifft eine optische Sendeeinrichtung mit zumindest einem Lasersender, der bei Ansteuerung Nutzleistung in Form optischer Signale nach außen abgibt, mit einer Sicherheitsschaltung, die im Falle einer unvollständigen Verbindung zwischen dem Lasersender und einem Kopplungspartner den Lasersender in einen Pulsbetrieb steuert, in dem der Lasersender zu bestimmten Zeitpunkten Sendepulse aussendet, so daß seine Ausgangsleistung gegenüber der Nutzleistung vermindert ist, und mit einer nach außen strahlungssicheren Monitoreinheit mit einem Monitorlaser und einem diesem zugeordneten Monitorempfänger.

Im störungsfreien Betrieb eines Lasers – beispielsweise in einer Anwendung für CD-(CompactDisk)-Spieler – ist eine konstante Ausgangsleistung des Lasers wünschenswert. In diesem Zusammenhang ist aus dem Aufsatz "Vertical-Cavity Surface Emitting Laser Packaging with Auto Power Control" von Wenbin Jiang u. a. aus IEEE 1997, S. 368 ff. ein vertikalabstrahlender Laser mit einer Monitoreinheit bekannt. Die Monitoreinheit umfaßt einen zweiten, gemeinsamen mit den ersten Laser auf einem gemeinsamen Substrat angeordneten vertikalabstrahlenden Laser, dem unmittelbar gegenüberliegend ein Monitorempfänger in Form einer Monitordiode angeordnet ist. Die Monitoreinheit ist Bestandteil eines Regelkreises, um die Ausgangsleistung des NutzLasers zu stabilisieren. Fragen der Lasersicherheit sind in diesem Aufsatz nicht angesprochen.

Im Hinblick auf die Lasersicherheit sind grundsätzlich unterschiedliche anwendungsspezifische Betriebszustände der Sendeeinrichtung zu differenzieren.

Die EP-A1-0 296 427 beschreibt einen Laserdiodensender mit einer Schutzschaltung zur Sicherung gegen Personengefährdung beim Bruch von laserlichtführenden Lichtwellenleitern. Dazu ist an den Sendestrand ein Abzweig angeschlossen, mit dem ein Teil des betriebsgemäß gesendeten Lichtes auf eine Monitorfotodiode gekoppelt wird. Der Ausgangsstrom der Monitorfotodiode wird mit einem Referenzstrom verglichen und beim Überschreiten eines Grenzwertes werden die Speiseströme für den Lasersender unterbrochen.

Eine Überwachung und Regelung von Lasersendern im Normalbetrieb zur Einhaltung eines z. B. nach Standards zulässigen Ausgangsleistungswertes ist auch in der älteren Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen 196 23 883.8 beschrieben. Die vorgenannten Schutzvorrichtungen betreffen also die Leistungsregelung im Normalbetrieb bzw. eine Laserabschaltung bei unzulässiger Überschreitung der Ausgangsleistung.

Ein davon grundsätzlich zu unterscheidender Betriebszustand ist der Fall, daß die Sendeeinrichtung sich – z. B. nach einer Störung – in einem Bereitschaftszustand zum erneuten

Verbindungsaufbau befindet. In diesem Zusammenhang beschreibt die EP-A2-0 437 162 eine auch als "Open Fibre Control(OFC)-System" bezeichnete Überwachungsschaltung mit einer Sicherheitsschaltung für bidirektional arbeitende Sende/Empfangs-Einheiten (Transceiver), die Unterbrechungen der Verbindung zwischen einer Sendeeinrichtung und einem korrespondierenden Kopplungspartner erkennt. Unter dem Begriff "Kopplungspartner" ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung beispielsweise ein in eine passende Steckbucht einzusteckender Lichtwellenleitersteckverbinder, aber auch ein Lichtwellenleiterkabel oder der am anderen Ende des Lichtwellenleiterkabels angeordnete Steckverbinder oder Empfänger zu verstehen.

Wenn der Übertragungsweg zwischen dem Lasersender und dem zugeordneten Empfänger – beispielsweise durch Entfernen des Steckverbinders aus der Steckbucht – unterbrochen wird und damit die Gefahr austretenden und vagabundierenden Laserlichts entsteht, wird eine sofortige Abschaltung des Lasersenders veranlaßt. Die Sicherheitsschaltung erkennt anhand vorgeschriebener Protokollprozeduren eine Unterbrechung des Datentransfers und schaltet den optischen Sender in einen Pulsbetrieb mit sehr geringer Impuls-Wiederholungsrate ("OFC-Betrieb") und damit in einen Betrieb mit erheblich verminderter Ausgangsleistung. Die Breite der Sendepulse ist u. a. von dem zu erfüllenden Lasersicherheitsstandard abhängig. Erst nachdem eine vorbestimmte und zeitlich genau abzuarbeitende gegenseitige Sende- und Empfangsprozedur von Impulsen ("Handshake") einen erneuten Verbindungsaufbau konfirmiert, läßt die Sicherheitsschaltung das betriebsgemäße Senden von Nutzdaten mit wieder entsprechend erhöhter Ausgangsleistung (Nutzleistung) des Lasersenders zu.

Eine optische Sendeeinrichtung der eingangs genannten Art, die eine Sicherheitsschaltung zum OFC-Betrieb des Lasersenders zur Verminderung der Ausgangsleistung im Falle einer unvollständigen Verbindung mit dem Kopplungspartner und eine nach außen optisch geschlossene Monitoreinheit umfaßt, ist aus der Broschüre "Sichere Laser-Transceiver für die schnelle Datenkommunikation"/Sonderdruck aus "Components"; Heft 4/96 bekannt. Bei einer Sendeeinrichtung mit OFC-System ist es wünschenswert, daß der Lasersender im Pulsbetrieb in vergleichsweise kurzer Zeit eingeschaltet bzw. ausgeschaltet werden kann, um die gewünschte kurze Pulsdauer zu gewährleisten und diese leistungsmäßig maximal zu nutzen. Um über die Leistungsregelung des Lasersenders möglichst geringe Einschaltzeiten realisieren zu können, sind vergleichsweise geringe Zeitkonstanten des Reglers erforderlich. Dies birgt jedoch Probleme beim Einschaltvorgang in Form eines sog. Überschießens ("overshoot") und eine erhöhte Schwingungsneigung. Um diesen Problemen zu begegnen, ist ein erheblicher schaltungstechnischer Aufwand erforderlich.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Weiterbildung einer Sendeeinrichtung der eingangs genannten Art derart, daß im Pulsbetrieb sehr kurze Einschalt- und Ausschaltzeiten für die Sendepulse realisierbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Sendeeinrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Monitorlaser auch im Pulsbetrieb kontinuierlich betrieben wird und die Monitoreinheit damit stets ein Leistungsvorgabesignal zur Einstellung der Ausgangsleistung des Lasersenders bereitstellt und daß im Pulsbetrieb das Einschalten und Ausschalten der Sendepulse von der Regelung der Ausgangsleistung entkoppelt ist.

Ein wesentlicher Aspekt der erfindungsgemäßen Sendeeinrichtung besteht darin, daß das System zur Steuerung oder Einstellung der Ausgangsleistungen der Lasersender (Nutzsender) von der Steuerung des Pulsbetriebs entkoppelt

ist. Dazu ist zumindest ein Lasersender (nachfolgend auch als Pilotsender bezeichnet) einer mindestens aus zwei Lasersendern bestehenden Laseranordnung (Laserarray) nur für die Leistungseinstellung der optischen Ausgangsleistung der Lasersender vorgesehen. Die Ausgangsleistung dieses Pilotsenders ist außerhalb der Sendeeinrichtung nicht zugänglich. Dadurch können die (bei störungsfreiem Betrieb zur Abgabe von Nutzleistung vorgesehenen) Lasersender (Nutzsender) von der Sicherheitsschaltung im Pulsbetrieb zur Ausgabe der Sendepulse veranlaßt werden, während der Pilotsender im Dauerbetrieb arbeitet. Die auch im Pulsbetrieb – also bei gestörter Verbindung von zumindest einem Lasersender zu seinem Kopplungspartner – kontinuierliche Ausgangsleistung des Pilotsenders wird durch das Leistungsvorgabesignal der Regelelektronik für den Pilotsender auf einem vorgegebenen Wert gehalten; der geregelte Ansteuerungsstrom für den Pilotsender dient somit als Referenzwert für die Leistungseinstellung des oder der übrigen Lasersender(s). Im Pulsbetrieb wird dann nur die Ausgangsleistung der Nutzsender geschaltet. Da also die Regelelektronik des Pilotsenders kontinuierlich arbeitet, müssen die kurzen Einschaltzeiten nicht über den Regelkreis realisiert werden, so daß sich ein einfacher und kostengünstiger Aufbau der Regelelektronik und unkritische Einregelzeiten bzw. eine hohe Stabilität realisieren lassen.

Eine weitere Erhöhung der Sicherheit der erfindungsgemäßen Sendeeinrichtung läßt sich nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung dadurch erreichen, daß für jeden Lasersender zumindest zwei Sicherheitsschaltungszweige vorgesehen sind, die eingangsseitig mit einem redundanten Signal zum Einschalten und Ausschalten der Sendepulse beaufschlagt sind und deren ausgangsseitige Ansteuersignale logisch UND-verknüpft sind. Zur Realisierung dieser Ausgestaltung können die beiden Sicherheitsschaltungszweige auch für mehrere oder alle Nutzsender von denselben zwei Schaltungszweigen gebildet sein.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung weiter erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße optische Sendeeinrichtung und

Fig. 2 einen Teil einer redundant ausgelegten Sicherheitsschaltung.

Gemäß Fig. 1 umfaßt eine Sendeeinrichtung mehrere als optische Sender fungierende Lasersender L1 bis Ln, die in einem gemeinsamen Laserarray ausgebildet sind und die bei Ansteuerung über Dateneingänge D1 bis Dn einer Treiberschaltung T1 bis Tn Nutzleistung in Form optischer Signale S1 bis Sn in zugeordnete Lichtwellenleiter LWL abstrahlen.

Eine an sich beispielsweise aus der EP-A2-0 437 162 bekannte und deshalb nicht näher dargestellte Sicherheitsschaltung steuert im Falle einer unvollständigen Verbindung zumindest eines Lasersenders L1 bis Ln mit seinem Kopplungspartner zumindest den jeweiligen Lasersender L1 bis Ln zur Verminderung seiner Ausgangsleistung in einen Pulsbetrieb ("OFC-Betrieb"). Kopplungspartner kann beispielsweise der jeweils nur andeutungsweise dargestellte Lichtwellenleiter LWL sein, der in an sich bekannter Weise mittel geeignetem Steckverbinder in eine standardisierte Steckbucht (z. B. eine sog. und im Fibre Channel Standard standardisierte Duplex-SC-Bucht) eingesteckt ist. Für den Fall, daß der opplungspartner – also beispielsweise der Lichtwellenleitersteckverbinder oder der am anderen Ende des Lichtwellenleiters LWL angeordnete Steckverbinder – nicht korrekt verbunden oder der Lichtwellenleiter gebrochen ist erkennt die Sicherheitsschaltung das Ausbleiben von Antwortsignalen auf einem nicht dargestellten Empfangskanal. In dem dann von der Sicherheitsschaltung veranlaßten Pulsbetrieb werden zu bestimmten Zeitpunkten

Sendepulse von dem jeweiligen oder den Laser(n) L1 bis Ln ausgesendet. Die Pulsbreite dieser Sendepulse ist u. a. von dem zu erfüllenden Lasersicherheitsstandard abhängig. Gängige Pulsbreiten liegen bei 154 µs oder 617 µs.

Eine Monitoreinheit ME enthält einen nachfolgend auch als Monitorlaser (Pilotsender) bezeichneten Laser ML und einen zugeordneten, nachfolgend auch als Monitordiode MD bezeichneten Monitorempfänger (Piloteempfänger). Der Monitorlaser ML ist Bestandteil eines auch die Lasersender L1 bis Ln enthaltenden Laser-Arrays. Dadurch ist gewährleistet, daß das elektrooptische Verhalten des Monitorlasers dem Verhalten der Lasersender entspricht. Die Monitoreinheit umfaßt eine an sich bekannte Regelelektronik R, der das Ausgangssignal MDA der Monitordiode MD als Regeleingangssgröße zugeführt ist. Das Ausgangssignal MDA ist von der emittierten Leistung des Monitorlasers ML abhängig und führt damit in bekannter Weise durch eine geschlossene Regelschleife zu einer Regelung des Monitorlasers ML, so daß dessen Ausgangsleistung – unabhängig von beispielsweise Alterungs- oder Temperatureinflüssen – stabil bleibt. Die Regelelektronik R stellt das den Monitorlaser beaufschlagende Regelsignal RSL (Laser-Ansteuerungsstrom) ausgangsseitig auch als Referenzgröße für die Leistungseinstellung der Laser L1 bis Ln zur Verfügung. Die Monitoreinheit arbeitet auch im Pulsbetrieb kontinuierlich, so daß auch in diesem Betriebszustand das Regelsignal RSL stets als Vorgabewert zur Leistungseinstellung der Laser L1 bis Ln zur Verfügung steht. Das Signal RSL wird über die Treiberschaltungen T1 bis Tn den Steuereingängen der Laser L1 bis Ln zugeführt.

Unabhängig von der Regelung durch die Regelelektronik R ist vorgesehen, daß die Sicherheitsschaltung über gesonderte Eingänge LD1 bis LDn der Treiberschaltungen T1 bis Tn unmittelbar das zur Erzeugung der Sendepulse notwendige Einschalten bzw. Ausschalten der Lasersender L1 bis Ln bewirkt. Dazu wird jeder im OFC-Betrieb befindliche Lasersender mit einem Einschalt- bzw. Ausschaltsignal LD ON/OFF (Impuls EIN/ Impuls AUS) beaufschlagt.

Nach Fig. 2 kann der für die Sendepulserzeugung vorgesehene Teil der Sicherheitsschaltung redundant derart ausgelegt sein, daß für jeden zur Abstrahlung von Nutzleistung S1 bis Sn vorgesehenen Lasersender L1 bis Ln zwei unabhängige Sicherheitsschaltungszweige SZ1, SZ2 vorgesehen sind. Die Sicherheitsschaltungszweige SZ1, SZ2 werden eingangsseitig mit einem redundanten Einschalt- bzw. Ausschaltsignal LD ON/OFF, LD' ON/OFF beaufschlagt. Im Ausführungsbeispiel sind die ausgangsseitigen Ansteuersignale AN1, AN2 der Schaltungszweige SZ1, SZ2 wie angedeutet für jeden Nutzsender (Lasersender L1 bis Ln) über ein UND-Gatter UND logisch UND-verknüpft, so daß der nachgeordnete Lasersender nur beim Vorliegen beider Signale AN1, AN2 einen Sendepuls ausgibt.

Die dargestellte und mit einem an sich bekannten (EP-A2-0 437 162) OFC-System ausgestattete Sendeeinrichtung ermöglicht ein im OFC-Pulsbetrieb wünschenswertes vergleichsweise schnelles Ein- bzw. Ausschalten der Lasersender L1 bis Ln, ohne die Regelelektronik R dadurch beispielsweise hinsichtlich der Einregelzeit bzw. Regelzeitkonstanten zu beeinträchtigen. Durch die kontinuierlich arbeitende Regelelektronik wird die einzuregelnde optische Ausgangsleistung des Monitorlasers konstant gehalten und die im Regelkreis auftretenden Monitorlasertreiberströme RSL als Referenzwert den Treiberschaltungen der übrigen Lasersender zugeführt. Dies ermöglicht, im OFC-Pulsbetrieb nur die Ausgangsleistung der Nutzsignale abstrahlenden Lasersender zu schalten. Die dargestellte Sendeeinrichtung kann durch weitere Monitoreinheiten in ihrer Sicherheit weiter verbessert werden.

1. Optische Sendeeinrichtung
- mit zumindest einem Lasersender (L1), der bei Ansteuerung Nutzleistung in Form optischer Signale (S1) nach außen abgibt,
  - mit einer Sicherheitsschaltung, die im Falle einer unvollständigen Verbindung zwischen dem Lasersender (L1) und einem Kopplungspartner den Lasersender (L1) in einen Pulsbetrieb steuert, in dem der Lasersender (L1) zu bestimmten Zeitpunkten Sendeimpulse aussendet, so daß seine Ausgangsleistung gegenüber der Nutzleistung vermindert ist, und
  - mit einer nach außen strahlungssicheren Monitoreinheit (ME) mit einem Monitorlaser (ML) und einem diesem zugeordneten Monitorempfänger (MD), **dadurch gekennzeichnet**, daß
  - der Monitorlaser (ML) auch im Pulsbetrieb kontinuierlich betrieben wird und die Monitoreinheit (ME) damit stets ein Leistungsvorgabesignal (RSL) zur Einstellung der Ausgangsleistung des Lasersenders (L1) bereitstellt und
  - daß im Pulsbetrieb das Einschalten und Ausschalten der Sendeimpulse von der Regelung der Ausgangsleistung entkoppelt ist.
2. Optische Sendeeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Lasersender (L1) zumindest zwei Sicherheitsschaltungszweige (SZ1, SZ2) vorgesehen sind, die eingangsseitig mit einem redundanten Signal (LD ON/OFF, LD' ON/OFF) zum Einschalten und Ausschalten der Sendeimpulse beaufschlagt sind und deren ausgangsseitige Ansteuersignale (AN1, AN2) logisch UND-verknüpft sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

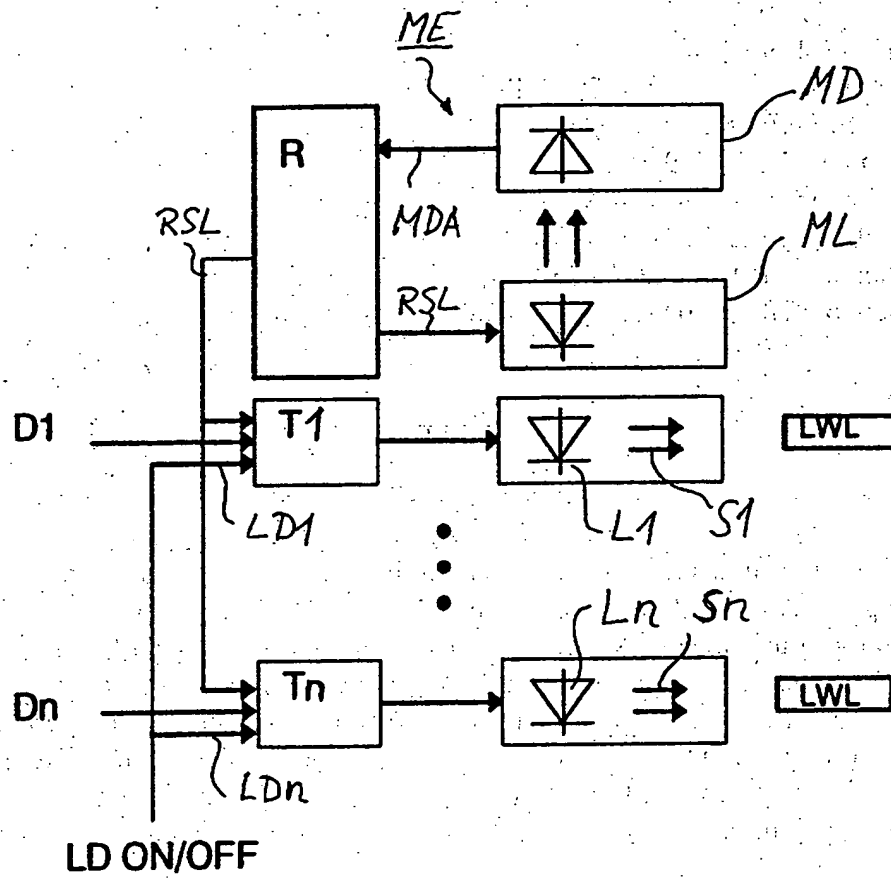


FIG 1

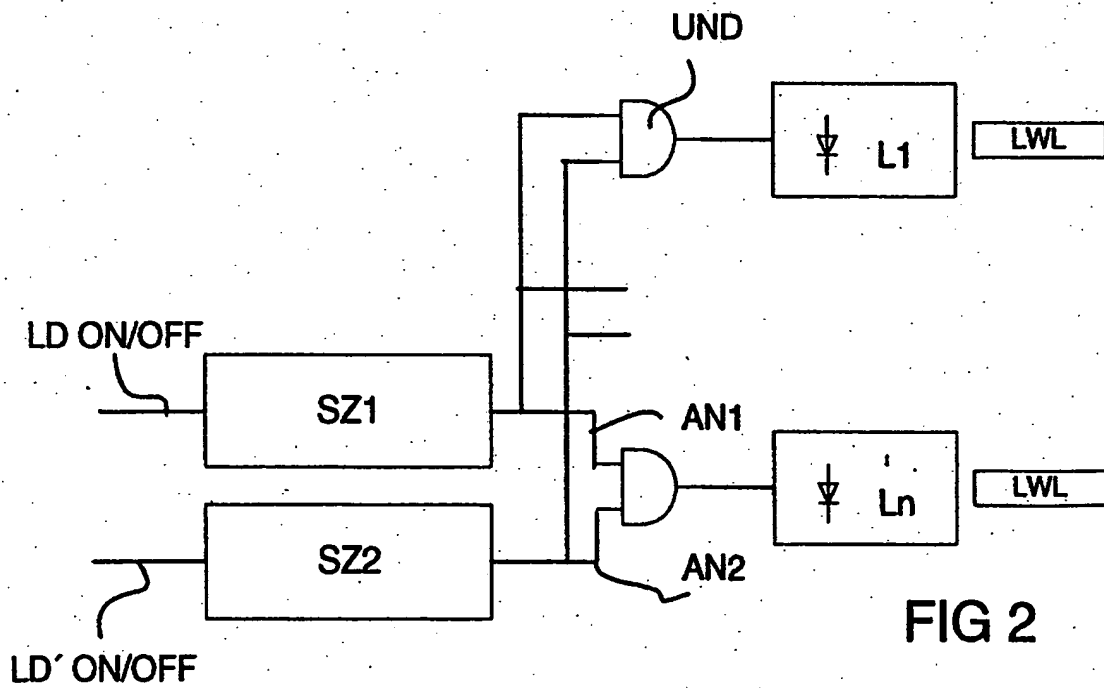


FIG 2

Optical transmitter device for optical data transmission

Patent Number: DE19739409

Publication date: 1999-03-11

Inventor(s): BLANK JUERGEN DIPL ING (DE)

Applicant(s): SIEMENS AG (DE)

Requested Patent: DE19739409

Application Number: DE19971039409 19970828

Priority Number(s): DE19971039409 19970828

IPC Classification: H01S3/103; H01S3/25; H04B10/04

EC Classification: H01S5/0683, H01S5/0683A, H04B10/08A1, H04B10/155C

Equivalents:

---

### Abstract

---

The transmitter device has at least one laser source (L1) with control of its output power for providing optical signals. A safety circuit switches to pulsed operation of the laser source when the coupling between the laser source and its coupling partner is incomplete. The device includes a monitoring circuit (ME) with a monitoring laser (ML) and a monitoring receiver (MD), which continues to operate during the pulsed operating mode, used for controlling the output power of the laser source. A default value (RSL) is output from the circuit for controlling the laser source. In pulsed operation, switching on and off of the transmitted pulses is decoupled from the output power of the laser.